

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

ANTO BILANOVIĆ

STRUKTURNE ZNAČAJKE SASTOJINE HRASTA
LUŽNJAKA STAROSTI 200 GODINA NA „NPŠO
LIPOVLJANI“

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, RUJAN 2016.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

STRUKTURNE ZNAČAJKE SASTOJINE HRASTA

LUŽNJAKA STAROSTI 200 GODINA NA

„NPŠO LIPOVLJANI“

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij:	Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnom gospodarenjem
Predmet:	Uzgajanje šuma II
Ispitno povjerenstvo:	1. doc. dr. sc. Stjepan Mikac 2. doc. dr. sc. Damir Ugarković 3. dr. sc. Vinko Paulić
Student:	Anto Bilanović
JMBAG:	0068210516
Broj indeksa:	532/2014
Datum odobrenja teme:	11. 4. 2016.
Datum predaje rada:	
Datum obrane rada:	23.09.2016

Zagreb, rujan 2016.

Naslov	Strukturne značajke sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba starosti 200 godina na „NPŠO Lipovljani“
Title	Structural features stands of oak age 200 years at "NPŠO Lipovljani"
Autor	Anto Bilanović
Adresa autora	I. Petruševac, 6. Odvojak, 51, Zagreb
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta rada	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Stjepan Mikac
Izradu rada pomogao	doc. dr. sc. Stjepan Mikac, dr.sc. Vinko Paulić, Anja Žmegač mag.ing.silv., Domagoj Trlin mag.ing.silv. Rad je nastao u sklopu projekta: CroFEM – Uspostava dugoročnog znanstvenog monitoringa šumskih ekosustava Republike Hrvatske financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ – IP - 09 – 1834)
Godina objave	2016.
Obujam	15 slika, 3 tablice, 15 navoda literature, 34 stranice
Ključne riječi	Struktura sastojine, šuma hrasta lužnjaka i običnog graba
Key words	Stand structure, forest of oak
Sažetak	Rad prikazuje dinamiku populacije stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena izuzetim iz redovnog gospodarenja a dobivenim dugoročnim praćenjem na trajnoj pokusnoj plohi na NPŠO Lipovljani. Rezultati ukazuju na očekivani trend smanjenja broja stabala uslijed prirodnog mortaliteta ali također ukazuju i na neočekivano odumiranje stabala hrasta lužnjaka nakon 1990. godine. Razlozi takvog trenda su kompleksne naravi, što uključuje klimatske promjene te brojne hidrotehničke zahvate naročito krajem 80 – ih godina prošlog stoljeća.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	2
2.1. Povijest	2
2.2. Zemljopisni položaj.....	2
2.3. Orografske i hidrografske prilike.....	2
2.4. Hidrološke prilike.....	2
2.5. Geomorfološke prilike	3
2.6. Klima	3
2.7. Tlo	3
2.6. Šumska vegetacija	4
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	6
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	10
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	11
4.1. Dinamika razvoja broja stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena na pokusnoj plohi	11
4.2. Prikaz sadašnjeg stanja trajne pokusne plohe	24
4.3. Razvoj temeljnice i volumena.....	25
5. RASPRAVA	29
6. ZAKLJUČAK.....	32

POPIS SLIKA

Slika 1. Pokusna ploha br. 12. postavljena 1971. godine

Slika 2. Dijelovi Verteks-a

Slika 3. Način mjerenja sa Verteks-om

Slika 4. FieldMAP sustav za inventarizaciju šuma

Slika 5. Dinamika kretanja broja stabala hrasta lužnjaka i prosječnog prsnog promjera na pokusnoj plohi

Slika 6. Dinamika kretanja broja stabala poljskog jasena i prosječnog prsnog promjera na pokusnoj plohi

Slika 7. Dinamika razvoja minimalnog i maksimalnog promjera hrasta lužnjaka na pokusnoj plohi

Slika 8. Dinamika razvoja minimalnog i maksimalnog promjera poljski jasen na pokusnoj plohi

Slika 9. Izmjerene (lijevo) i izjednačene (desno) distribucije prsnih promjera za hrast lužnjak na pokusnoj plohi prema godinama inventure

Slika 10. Izmjerene (lijevo) i izjednačene (desno) distribucije prsnih promjera za poljski jasen na pokusnoj plohi prema godinama inventure

Slika 11. Dinamika kretanja broja stabala prema godinama izmjere za hrast lužnjak i poljski jasen na pokusnoj plohi

Slika 12. Tlocrt pokusne plohe sa projekcijom krošanja i prostornim položajem stabala (dimenzije 100 x 100 m)

Slika 13. Grafički prikaz temeljnice po godinama izmjere

Slika 14. Grafički prikaz volumena po godinama izmjere

Slika 15. Prosječne srednje razine podzemnih voda za vrijeme vegetacije (1985.-2002.) na trajnoj pokusnoj plohi

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz stabala nadstojne etaže po godinama izmjere

Tablica 2. Osnovni deskriptivni parametri distribucije prsnih promjera za hrast lužnjak na pokusnoj plohi tijekom vremenskog razdoblja

Tablica 3. Osnovni deskriptivni parametri distribucije prsnih promjera za poljski jasen na pokusnoj plohi tijekom vremenskog razdoblja

PREDGOVOR

Od malih nogu javila mi se ljubav prema šumi i svemu što ona obuhvaća. Gledajući oca i djeda ta ljubav je u meni samo rasla i vodila me svih ovih godina da ne odustanem od svojega cilja. Sada kad sam na pragu toga cilja, mogu sa veseljem reći da sam ponosan što predstavljam treću generaciju šumara u obitelji.

Sa završetkom studija završava i jedno poglavlje u mom životu, ali ujedno počinje i novo putovanje kojem se veselim, zajedno sa mnogim prijateljima koje sam stekao tijekom studiranja.

Želio bih se zahvaliti mentoru doc. dr. sc. Stjepanu Mikcui Domagoju Trlinu na pomoći i susretljivosti tijekom izrade diplomskog rada.

Na kraju najveća zahvala ide mojoj obitelji kojoj posvećujem diplomski rad. Pogotovo se zahvaljujem svojim roditeljima koji su svojom bezuvjetnom ljubavlju i odricanjem omogućili da postignem ovaj uspjeh i postanem čovjek kakav sam danas.

Anto Bilanović

1. UVOD

Nizinski ili planarni pojas Republike Hrvatske je dio eurosibirsko-sjevernoameričke regije koji u fitogeografskoj raspodjeli obuhvaća područje sjeverno od Karlovca, prvenstveno savsko-dravsko međurječje. Prostire se u rasponu nadmorskih visina 80-150 m. Jedna od najraširenijih i najvažnijih vrsta listopadnog šumskog drveća toga prostora, ali i Europe općenito je hrast lužnjak (*Quercus robur* L.). U Hrvatskoj šume uređajnog razreda hrasta lužnjaka zauzimaju oko 210 000 ha. Po gospodarskom značaju zauzimaju prvo mjesto, ponajprije zbog kvalitete furnirskih trupaca prepoznate u cijelom svijetu. Osim gospodarske vrijednosti, nizinske šume hrasta lužnjaka imaju i izniman ekološki i socijalni značaj.

Hrast lužnjak tvori dvije temeljne šumske zajednice: šumu hrasta lužnjaka i velike žutilovke u nizama (*Genisto elatae-Quercetum roboris*) i šumu hrasta lužnjaka s običnim grabom na najvišim terenima nizinskoga pojasa, tzv. gredama (*Carpino betuli-Quercetum roboris*).

Šuma prepuštena sama sebi ne može optimalno i trajno ispunjavati sve funkcije koje se od nje traže, ali nam može ponuditi uvid u životni put od nastanka do raspadanja i samoobnove. Šumarstvo u Hrvatskoj tradicionalno je ustrojeno prema načelima prirodnoga pristupa šumskom ekosustavu i razvija se pod nazivom "Zagrebačka škola uzgajanja šuma" (Anić 2004). Jedna od njezinih karakteristika je obavljanje šumskouzgajnih postupaka na način da usmjeravaju razvoj gospodarske šume prema načelima razvoja prašume, ali na temelju kriterija koji proizilaze iz ciljeva gospodarenja.. Jedna takva površina koja predstavlja šumu hrasta lužnjaka i običnog graba, izuzeta iz gospodarenja i koja predstavlja sekundarnu prašumu, je uzeta za stvaranje ovoga rada. Na njoj su izvršena mjerenja i analizirani su podaci te su prikazani rezultati u daljnjem tekstu.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. Povijest

Na simpoziju o ideoeкологији održanom 1971. u Splitu Društvo ekologa Jugoslavije je prihvatilo ideju o osnivanju trajnih ploha i preporučilo realizaciju, tj. osnivanje trajnih ploha na širem planu u cijeloj zemlji. Metode rada su donešene u skladu s međunarodnim programom „Čovjek i biosfera“ od strane UNESCO-a. Kao 12. po redu je osnovana trajna pokusna ploha u NPŠO Lipovljani zvana Opeke Stacionar veličine 100x100 m (Rauš i dr. 1980.).

1970. godine je postavljena meteorološka stanica, a kasnije i piezometri kojima su se vršila mjerenja razine podzemne vode. Tokom godina određeni instrumenti su zapušteni, ali se radi na obnovi meteorološke stanice.

2.2. Zemljopisni položaj

Šume gospodarske jedinice Opeke prostiru se u oblasti nizinskih šuma, u srednje-posavskom području, istočnom dijelu Lonjskog polja, u okviru gospodarske jedinice „Josip Kozarac“. Udaljena je 100 km od Zagreba na 45°30' sjeverne zemljopisne širine i 14°30' istočne zemljopisne širine (Habeković 2003.).

U gospodarskoj jedinici Opeke u blizini objekta Šumarskog fakulteta je smještena trajna pokusna ploha površine 1 ha..

2.3. Orografske i hidrografske prilike

Šuma Opeke se nalazi u sklopu Lonjskog polja kao dio retencijskog bazena rijeke Save. Svojedobno je bila izvrgnuta čestim poplavama Save i njezinih pritoka u vrijeme velikih vodostaja. Ritam i broj poplava je smanjen zbog hidromelioracijskih radova, koji se izvode stotinjak godina, od 1881., što se negativno odražava na razvitak sastojina.

2.4. Hidrološke prilike

Na ovom području važne su:

- oborinska voda
- poplavna voda
- voda u tlu, odnosno podzemna voda

U ovisnosti o mikoreljefu oborinska voda se duže ili kraće zadržava u udubinama, gdje uzrokuje zamočvarenje u većoj ili manjoj mjeri. U udubine se slijevaju vode s povišenih terena, a njihovo zadržavanje ili otjecanje ovisi o obliku udubine. Stagniranje vode u nizinama i barama značajno utječu na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća.

Poplavne vode ovisne su o visokom vodostaju rijeke Save koji prouzrokuje direktne i indirektne poplave na području nizinskih lipovljanskih šuma.

2.5. Geomorfološke prilike

Na ovom području nam je interesantan makroreljef i mikoreljef.

Makroreljef je uglavnom uvjetovan djelovanjem tekućih voda.

Mikoreljef je okarakteriziran mikrouzvisinama (grede) te mikrodepresije (nize, bare).

Grede su blago izdignuta mjesta koja su redovito izvan utjecaja poplavnih voda. Jedino za ekstremno visokog vodostaja mogu biti djelomično i kratkotrajno poplavljene. U barama poplavna ili oborinska voda duže vrijeme stagnira i nize gdje se kraće zadržava oborinska, a rjeđe poplavna voda (nize su većinom ocjediti).

2.6. Klima

Prema Koppenovoj klasifikaciji klima nizinske i brežuljkaste šume na području Npšo Lipovljani razvijaju se u umjereno toploj klimi. Glavna obilježja te klime su jednoliko raspoređene oborine tijekom čitave godine, a za vrijeme vegetacijskog razdoblja padne nešto više od 50% ukupnih godišnjih oborina. Srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3°C i niža od 18°C (DHMZ).

2.7. Tlo

Uglavnom se tla mogu podijeliti u 3 tipa.

Podzoli koji se razvijaju na gredama izvan dohvata periodičnih poplava, u cijelom svom horizontu imaju kiselu reakciju.

Zatim mineralno-organogena močvarna tla koja su izvrgnuta periodičnim poplavama, tu pripadaju i pliće depresije u kojima poplavna i oborinska voda dublje stagnira.

Treći tipčine mineralno-organogena močvarna tla u kojima oborinska i poplavna voda dulje stagnira, to su dublje depresije (Habeković 2003.).

2.6. Šumska vegetacija

U šumi gospodarske jedinice Opeke su razvijene četiri zajednice:

- *Carpino betuli-Quercetum roboris*
- *Genisto elatae-Quercetum roboris*
- *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*
- *Frangulo-Alnetum glutinosae*

Na trajnoj pokusnoj plohi razvijena je zajednica hrasta lužnjaka sa velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris*). Ona uspijeva iznad poplavnih vrbovo-topolovih šuma i iznad močvarnih i drugih šuma crne johe i poljskoga jasena. Danas su rjeđe poplavljeni ili poplava traje kraće vrijeme ali su još uvijek na vrlo vlažnim i mokrim staništima s povremeno stajaćom površinskom vodom.

U sloju drveća prevladava hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) no znatan udio u sastavu (mjestimično do 40%) zauzimaju poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* V.), crna joha (*Alnus glutinosa* L.), nizinski brijest (*Ulmus minor* M.), vez (*Ulmus laevis* Pall.), crna (*Populus nigra* L.) i bijela topola (*Populus alba* L.) te mjestimice voćkarice. Sloj je grmlja također bujan i raznovrstan, po čemu se ova asocijacija bitno razlikuje od šume hrasta lužnjaka i običnog graba. Tvore ga svojstvena vrsta *Genista tinctoria* ssp. *elata*, zatim *Crataegus laevigata* i *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Pyrus pyraeaster*, *Viburnum opulus*, *Frangula alnus*, *Rubus caesius*, *Rubus fruticosus* i dr. Sloj prizemnog rašča je osobito bujan u proljeće nakon poplava. Najčešće i sociološki najznačajnije vrste za asocijaciju su *Carex remota*, *Carex strigosa*, *Rumex sanguineus*, *Cerastrium sylvaticum*.

Opisane su četiri subasocijacije:

- *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici*
- *Genisto elatae-Quercetum roboris carpinetosum betuli*
- *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoidis*
- *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*

Trajna pokusna ploha pripada subasocijaciji *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* narodnoga naziva šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa rastavljenim šašom.



Slika 1. Pokusna ploha br. 12. postavljena 1971. godine

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Prije samoga odlaska na teren bilo je potrebno proučiti podatke o prijašnjim mjerenjima koja su nam poslužila kao temelj za daljnja istraživanja. Ustanovljeno je da su prva mjerenja rađena 1971. godine. Površina plohe koja je izostavljena iz gospodarenja iznosila je 110x110 metara (1,2 ha), ali u samu izmjeru su uzeta stabla na površini od 100x100 metara (1 ha). Rubnih 10 metara plohe je služilo kao svojevrsna tampon zona i na njoj nisu obavljana nikakva mjerenja.

Mjereni su prsni promjeri sa promjerkom, na 219 stabala koja su se tada nalazila na površini te se svako stablo obilježilo brojem počevši od 1 do 219. Izmjerene i obilježene su sljedeće vrste stabala: hrast lužnjak, poljski jasen, poljski brijest, javor žestilj, javor klen, crna joha i divlja kruška.

Sljedeće mjerenje je obavljeno 1982. godine gdje su se također mjerili prsni promjeri za ta ista stabla. Osim mjerenja bili su obnavljani brojevi na stablima te su se bilježila stabla koja su srušena.

1994. godine je obavljeno treće mjerenje i po prvi puta su se mjerili prsni promjeri stabla iz podstojne etaže kao i ona stabla koja su već ušla u prijašnja mjerenja i bila obilježena. stabla iz podstojne etaže su dobila svoje brojeve dok su „starim“ stablima bili obnavljani brojevi te su se bilježila stabla koja su srušena ili uginula. Vrste stabala iz podstojne etaže: obični grab, poljski jasen, poljski brijest, javor žestilj, javor klen, crna joha i divlja kruška.

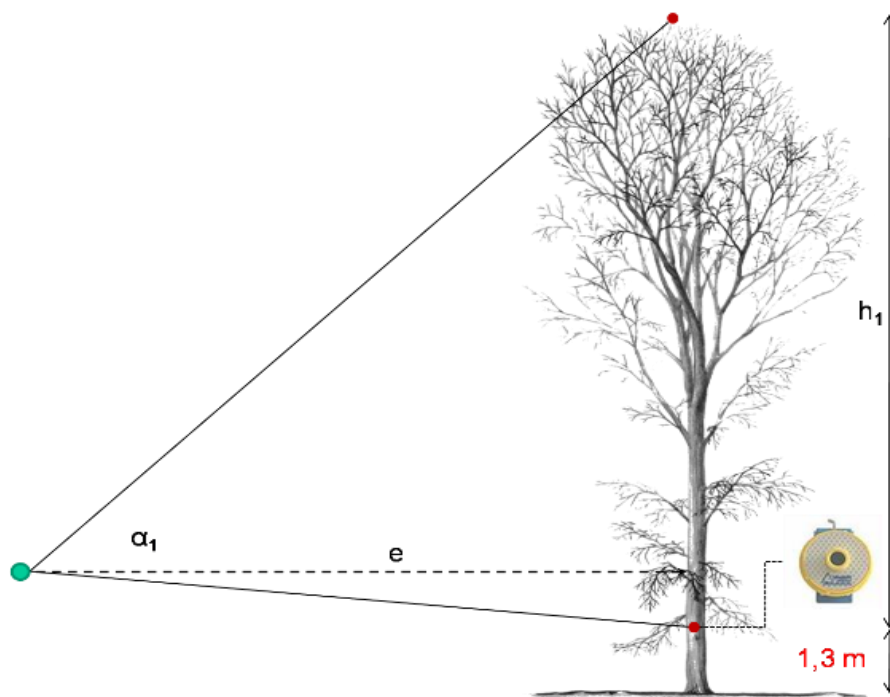
22 godine nakon toga, u proljeće 2016. godine je obavljena zadnja izmjera koja je bila najdetaljnija do sada. Ta izmjera je obuhvatila izmjeru prsnih promjera, visina stabala, te su stablima izmjerene koordinate i to za nadstojnu i podstojnu etažu. Stablima nadstojne etaže još su izmjerene projekcije krošanja na tlo.

Visine stabala su mjerene sa uređajem *Vertex IV*. To je instrument za mjerenje visina, udaljenosti, vertikalnih kutova, nagiba i trenutačne temperature.



Slika 2. Dijelovi Verteks-a

Instrument potpunu funkcionalnost postiže u kombinaciji sa transponderom, dio koji prima i odašilje ultrazvuk pod kutem od 60° , okrenutom prema instrumentu. Za mjerenje udaljenosti instrument koristi ultrazvučne valove. Na temelju vremena potrebnog da ultrazvučni val prijeđe udaljenost od instrumenta do transpondera i natrag, uz poznatu brzinu kretanja ultrazvučnih valova, instrument određuje udaljenost. Softver instrumenata na osnovi kuteva vizure na transponder, vizure na vrh stabla i udaljenosti do transpondera izračunava visinu stala. (Šumarski list br. 9–10, CXXIX (2005), 482)



Slika 3. Način mjerenja sa Verteks-om

Za određivanje pozicije odnosno koordinata stabala i projekciju krošanja na tlo je korišten sustav FieldMap (IFER, Češka Republika). Sustav koristi laserski mjerač udaljenosti s elektronskim kompasom i prijenosnim računalom za određivanje pozicije stabala u lokalnom koordinatnom sustavu. Njegova primjena u znanstvenim istraživanjima je kao instrument za kartiranje pozicije stabala, projekcije krošanja i mrtvog drva u prostoru na trajnim pokusnim plohama te se također koristi u inventarizaciji stabala za potrebe urbanog šumarstva. Prije početka rada na terenu potrebno je kreirati bazu podataka koja će služiti za unos novih stabala. Baze podataka je kreirana unutar programa FieldMap Project Manager 8 (IFER). U formatu koji omogućava daljnju manipulaciju (u MS-Accessu). Unutar programa nalaze se dva glavna sloja: 'ploha' i 'stablo'. U sloju 'ploha' određen je upis osnovnih podataka o plohi (naziv, površina, lokacija itd.). Unutar sloja stablo, za svako stablo određen je upis osnovnih dendrometrijskih vrijednosti poput: promjera na prsnoj visini, visine stabla, visina baze krošnje (žive), dužina debla, dužina krošnje te su dodane nove varijable: vrsta drveća, sušac (da/ne). Radi brzine mjerenja parametre o prsnom promjeru, vrsti stabala i visini stabla smo upisivali ručno u manuale. Rad sa FieldMap sustavom se odvija u FieldMap Data Collector softwareu (IFER). Način izmjere sa FieldMap sustavom se odvija slično kao i sa klasičnim geodetskim instrumentima koji na sebi imaju laser. Laserska zraka u kombinaciji sa elektronskim kompasom služi za mjerenje udaljenosti i kuta izmjere čime se dobije trodimenzionalna koordinata traženog objekta (x,y,z) u prostoru. Uz objekt izmjere (stablo) se na unaprijed određenu visinu, najčešće 1,3 m, i na poziciju (ispred stabla) postavi reflektirajući krug od kojeg se odašlana laserska zraka vraća do mjernog instrumenta. Izmjerena vrijednost se putem laserskog uređaja, koji je serijskim kabelom spojen sa terenskim računalom, zapisuje u pripremljeni poziciju u bazi podataka koja je izrađena u programu FieldMap Project Manager. Izmjere se obavljaju s referentnog stajališta na način da se s jednog mjesta izmjeri što više objekata kako bi se smanjilo vrijeme izmjere i povećala preciznost, koji mogu biti narušeni radi čestog mjerenja referentnih stajališta.

Unos novog stabla, unutar sloja 'Karta', se radi na način da se najprije izmjeri udaljenost do stabla, horizontalni i verikalni kut (x,y,z) čime se ono smjesti u lokalni koordinatni sustav. Kasnijom obradom prostornih podataka lociranjem referentnog stabla, ostala su smještena u geografski informacijski sustav (GIS). (Paulić 2015.)



Slika 4. FieldMAP sustav za inventarizaciju šuma

Bilježena su stabla koja su odumrla, te obnavljani brojevi na stablima nadstojne etaže, dok su brojevi kod stabala podstojne etaže bila teško vidljiva te su im dodjeljivani novi brojevi.

2.CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovoga istraživanja su:

- Utvrditi strukturne značajke trajne pokusne plohe br.12., stanje 2016.godine
- Usporediti promjene strukturnih čimbenika tijekom vremenskog razdoblja od 1971 - 2016. godine

4.REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Dinamika razvoja broja stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena na pokusnoj plohi

Tablica 1. Prikaz stabala nadstojne etaže po godinama izmjere

br stabla	vrsta drveta	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
1	L	46	1	49	1	54,5	1	64,1	36	1
2	J	28	1	28	1	30,5	1	34,1	25,4	1
3	L	52	1	56	1	60	1			0
4	L	20	1	21	1	22	1	23,5	22,9	1
5	Ž	11	1	11	1	22,5	1	29,3	12,1	1
6	L	54	1	63	1	70,5	1	92,1	36,9	1
7	L	52	1	55	1	55	1			0
8	J	26	1	26	1		0			0
9	J	23	1	23	1	24,75	1	29,1	21,7	1
10	J	26	1	27	1	28,75	1	36,1	35,8	1
11	B	18	1		0		0			0
12	L	34	1	36	1	41	1	50,6	35,6	1
13	L	72	1	76	1	76,5	1	82,3		
14	L	34	1	34	1	36,75	1	39		
15	L	58	1	60	1	66,5	1	83,4	36,8	1
16	B	8	1		0		0			0
17	L	30	1	30	1	31	1			0
18	J	40	1	43	1	48	1	57,4	38,7	1
19	J	32	1	36	1	41	1	52,5	36,5	1
20	L	52	1	53	1	57,5	1	61,9	39,5	1
21	L	22	1	22	1		0			0
22	J	42	1	44	1	50,5	1	60,6	36,3	1
23	J	32	1	35	1	41	1	57,8	38,8	1
24	L	38	1	39	1	40,25	1	49,8	33,1	1
25	L	39	1	39	1	37	1			0
26	L	34	1	37	1	41,25	1	48,5	37,4	1
27	J	36	1	38	1	40	1	47,5	37,4	1
28	J	40	1	41	1	45,75	1	52,3	36,7	1
29	J	34	1	36	1	39,5	1			0
30	B	11	1	11	1	13,5	1			0
31	J	34	1	36	1	41,5	1	58,2	38	1
32	J	23	1	23	1		0			0
33	L	50	1	53	1	56,5	1	64,6	40	1
34	L	40	1	42	1	43,75	1	48,9	36,6	1
35	J	36	1	38	1		0			0

br stabla	vrsta drvca	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
36	J	32	1	32	1	35	1	41,9	31,2	1
37	J	52	1	58	1	66,25	1	83,3	39,9	1
38	J	32	1	32	1	34,75	1	40,1	33	1
39	J	42	1	43	1	46,5	1	52,2	34,8	1
40	L	26	1	27	1	30,25	1	35,2	34,6	1
41	L	19	1	19	1	19,25	1			0
42	L	23	1	23	1	26	1			0
43	J	38	1	38	1	39,75	1	46,2	36,6	1
44	J	44	1	45	1	48,75	1	58,9	34,8	1
45	L	24	1	27	1	32	1	38,7	26,7	1
46	L	22	1	22	1		0			0
47	L	20	1	34	1	39,25	1			0
48	J	38	1	39	1	42,5	1	52,9	33,5	1
49	J	46	1	52	1	64	1	86,8	42	1
50	J	26	1	26	1	27,5	1	28	36,3	1
51	J	31	1	31	1	33,75	1	41,2	39,8	1
52	L	66	1	71	1	78,75	1	86,7		
53	L	78	1	82	1	83,75	1	89,7	36	1
54	J	46	1	48	1	50,75	1	57,9	30	1
55	L	44	1	48	1	56,5	1	68,7	38,7	1
56	J	26	1	29	1	26,75	1	33,8	37,2	1
57	L	38	1	43	1	45	1			0
58	L	48	1	51	1	57,25	1	65,6	36,7	1
59	J	32	1	34	1	38,5	1	52,5	37,8	1
60	J	26	1	26	1	28	1	30,8	28,3	1
61	L	48	1	50	1	56,5	1	65,7	34,8	1
62	L	26	1	26	1	27,5	1			0
63	L	56	1	61	1	63,75	1	72,3	39,8	1
64	L	48	1	48	1	48,5	1	53	28,9	1
65	J	46	1	49	1	55	1	73,6	40	1
66	L	46	1	47	1	48,5	1	52,1	37,9	1
67	J	54	1	59	1	65,25	1	90,8	43,5	1
68	L	20	1	21	1	21,25	1	23,7	31	1
69	B	14	1		0		0			0
70	L	38	1	42	1	48	1	60,9	39,3	1
71	J	44	1	47	1	53,5	1	66,8	43,7	1
72	B	11	1	11	1	12,25	1			0
73	JO	19	1	19	1	18,5	1			0
74	L	52	1	53	1	55	1	59,6	40,1	1
75	L	48	1	50	1	50,5	1			0
76	L	52	1	54	1	57	1	62,3	41,1	1
77	L	42	1	42	1	48	1	53,5	34,9	1
78	JO	12	1	13	1	13,25	1			0
79	L	44	1	49	1	56,75	1	67,6	44,5	1
80	L	30	1	31	1		0			0

br stabla	vrsta drveta	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
81	L	38	1	42	1	44	1	49,3	36,6	1
82	B	26	1	26	1	26	1			0
83	L	42	1	44	1	49	1	58,6	38,5	1
84	L	46	1	50	1	55,5	1	66,7	39,1	1
85	J	38	1	38	1	43,25	1	56,6	34,6	1
86	L	60	1	60	1	67,75	1	78,9	37,5	1
87	L	48	1	50	1	54,5	1	61,6	42,8	1
88	L	62	1	64	1	68,25	1		34,3	
89	J	54	1	56	1	57	1	71,9	39,9	1
90	L	30	1	31	1	30,5	1			0
91	L	64	1	69	1	72,25	1	73,2		
92	L	46	1	48	1	54,5	1			0
93	L	38	1	39	1	41,5	1			0
94	L	44	1	47	1	50,5	1	60,1	37,7	1
95	L	45	1	45	1	45,5	1			0
96	L	48	1	48	1	53,75	1	59,4	41	1
97	L	66	1	73	1	81,25	1	95,9	44,6	1
98	J	42	1	44	1	45,5	1			0
99	L	38	1	40	1	41,75	1	47,2	36,6	1
100	L	50	1	53	1	56,5	1	61	42,4	1
101	L	46	1	47	1		0	65	42,5	1
102	J	44	1	48	1	52	1	60,2	36,4	1
103	L	52	1	55	1	59	1	65,8	36,2	1
104	L	52	1	59	1	64,5	1	79,8	42,1	1
105	J	32	1	32	1	33,25	1	37,4	23,3	1
106	L	54	1	57	1	63	1	70,7	35,8	1
107	J	52	1	53	1	57,25	1	66,4	41,5	1
108	J	44	1	46	1	49	1	62	41,2	1
109	L	40	1	42	1	46	1	71,7	40,8	1
110	L	50	1	53	1	56	1	65,6	40,6	1
111	J	42	1	42	1	44	1	44,3	35,2	1
112	L	50	1	59	1	62,25	1			0
113	L	60	1	63	1	76,5	1	89,8	32,7	1
114	B	14	1	14	1	13,5	1			0
115	L	58	1	65	1	71,5	1	85,8	43,6	1
116	JO	10	1	10	1	12,5	1			0
117	JO	8	1	8	1	8	1			0
118	JO	10	1	11	1	13,5	1			0
119	L	64	1	73	1	76	1			0
120	L	62	1	66	1	70	1	81,9	39,7	1
121	JO	8	1	8	1	11	1	14,2	16,7	1
122	J	42	1	42	1	46,5	1	59,1	36,8	1
123	L	44	1	46	1	51,5	1		44,3	
124	L	23	1	23	1	23,5	1			0
125	L	48	1	52	1	54	1			0

br stabla	vrsta drvca	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
126	L	60	1	63	1	67	1	81,4	42,6	1
127	L	64	1	69	1	72	1	80,5	34,5	1
128	L	42	1	45	1	50	1	60,2	38	1
129	B	30	1	32	1	36,25	1			0
130	L	69	1	69	1	78	1	94,1	44,2	1
131	J	32	1	32	1	35,5	1	41,9	33,8	1
132	J	35	1	35	1	40,75	1	46,6	17	1
133	J	58	1	61	1	62,75	1	74,9	35,9	1
134	B	8	1	11	1		0			0
135	B	6	1	7	1		0			0
136	J	52	1	54	1	60	1	73,5	39,1	1
137	B	4	1	5	1		0			0
138	B	5	1	5	1		0			0
139	L	72	1	78	1	81,5	1	88,6	45	1
140	L	26	1		0		0			0
141	J	54	1	55	1	59	1	72,7	36	1
142	L	48	1	50	1	52	1	61,5	38,5	1
143	L	58	1	60	1	69,5	1			0
144	L	56	1	60	1	62,5	1	70,4	37	1
145	L	52	1	57	1	62	1	72	41	1
146	L	44	1	47	1	50,5	1	59,8	35,1	1
147	L	58	1	60	1	54	1			0
148	JO	10	1	11	1	12,5	1	13,5		
149	L	40	1	42	1	44,5	1	51,6	42,3	1
150	B	6	1		0		0			0
151	KR	20	1	19	1	18,5	1	20,5	15,8	1
152	J	50	1	51	1	56	1	65,2	39,8	1
153	L	64	1	66	1	67,75	1	73,2	42,2	1
154	B	20	1	20	1		0			0
155	L	38	1	39	1	41,5	1	44,1	27,5	1
156	J	54	1	57	1	63,25	1	78,1	30,6	1
157	L	26	1		0		0			0
158	L	32	1	32	1	34,25	1			0
159	K	8	1	8	1		0			0
160	B	5	1	5	1		0			0
161	B	6	1	8	1	11,5	1			0
162	L	38	1	40	1	42,5	1	47,2	32,4	1
163	L	50	1	52	1	54	1	64,1	40,3	1
164	L	72	1	76	1	80,5	1			0
165	L	60	1	63	1	72	1	87,4	38,5	1
166	J	48	1	48	1		0			0
167	L	54	1	57	1	67,5	1	78,9	38,6	1
168	JO	8	1	8	1	10	1			0
169	L	54	1	54	1	59,5	1	66,3	37,8	1
170	B	18	1		0		0			0

br stabla	vrsta drveta	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
171	J	38	1	38	1		0			0
172	J	56	1	56	1	60,25	1	78,7	41,4	1
173	JO	16	1	17	1	16,75	1			0
174	L	62	1	68	1	73,5	1			0
175	B	6	1	7	1	13	1			0
176	B	4	1	5	1	6,5	1			0
177	L	40	1	41	1	40,75	1			0
178	J	34	1	34	1		0			0
179	B	6	1	6	1	10	1			0
180	L	48	1	50	1	55	1	62,4	41,9	1
181	J	38	1	40	1	44,5	1	53,4		
182	L	68	1	68	1	81,5	1	104,7	42,1	1
183	L	60	1	63	1	68	1	74,8	33,3	1
184	L	40	1	40	1	42,75	1			0
185	B	6	1	8	1		0			0
186	B	4	1	7	1	10	1			0
187	B	8	1	8	1	10,75	1			0
188	J	58	1	60	1	71,25	1	88,9	42,3	1
189	J	45	1	45	1	50,5	1	60,7	34,5	1
190	L	20	1	20	1	22,5	1	25	23,9	1
191	J	46	1	48	1	54	1	68,6	45,9	1
192	L	34	1	34	1	36	1			0
193	L	42	1	42	1	45	1	49,7	36,1	1
194	L	54	1	55	1	59	1			0
195	L	44	1	47	1	51	1			0
196	L	49	1	49	1	50	1			0
197	JO	9	1	9	1	9,25	1			0
198	L	42	1	44	1	49,75	1	59,2	43,4	1
199	L	41	1	41	1	43	1	46,1	30,9	1
200	J	31	1	31	1		0			0
201	L	43	1	43	1	45,5	1			0
202	J	36	1	36	1	35	1			0
203	L	48	1	84	1	93	1	107,7	43	1
204	L	60	1	61	1	65,75	1	74,5	38,6	1
205	L	51	1	51	1	59,5	1	68	38,5	1
206	L	59	1	59	1	66,5	1			0
207	JO	40	1	12	1	13	1			0
208	JO	7	1	7	1	9,25	1			0
209	B	6	1	6	1		0			0
210	B	4	1	6	1	10	1			0
211	B	4	1	6	1	9,5	1			0
212	J	44	1	44	1	48,25	1	55,9	41	1
213	J	40	1	43	1	52	1	66,1	38,4	1
214	B	19	1	19	1	21,75	1	25,5	18,5	1
215	JO	19	1	19	1	22,5	1	24,9	21,2	1

br stabla	vrsta drveća	d_1971	opaska	d_1982	opaska	d_1994	opaska	d_2016	h_2016	opaska
216	L	62	1	64	1	75	1	83,7	41,4	1
217	B	18	1	18	1	20,75	1	23		
218	L	52	1	55	1	62,5	1	72,6	38,9	1
219	L	44	1	45	1	46	1	87,4	35,5	1

L- hrast lužnjak

0- nema

J- poljski jasen

1- prisutan

JO- crna joha

B- poljski brijest

KL- javor klen

KR- divlja kruška

G- obični grab

Ž- javor žestilj

Tablica prikazuje vrste stabala nadstojne etaže po godinama izmjere, počevši od 1971. godine pa sve do zadnjeg mjerenja 2016. godine. Svako stablo ima svoj broj te je zabilježena vrsta. U godinama izmjere 1971., 1982. i 1994. stablima su mjereni samo prsni promjeri dok su 2016. godine prikazane i visine. Tokom godina su stabla odumirala i propadala pa su time upisivane opaske, 0 za stablo koje više nije prisutno i broj 1 za stablo koje je prisutno na plohi.

Tablica 2. Osnovni deskriptivni parametri distribucije prsnih promjera za hrast lužnjak na pokusnoj plohi tijekom vremenskog razdoblja

Godine	1971	1982	1994	2016
<i>N</i>	116	114	110	73
<i>Min</i>	19	19	19.25	23.5
<i>Max</i>	78	84	93	107.7
<i>Mean</i>	46.49	49.58	54.31	65.79
<i>Std. error</i>	1.23	1.35	1.48	2.05
<i>Stand. dev</i>	13.26	14.38	15.49	17.54
<i>Median</i>	48	50	54.5	65.6

U promatranom razdoblju od 45. godina na trajnoj pokusnoj plohi odumrla su 43 stabla hrasta lužnjaka što u prosjeku godišnje iznosi 0,95 stabala (ili 1 stablo godišnje).

Promatrajući dva razdoblja, najveće odumiranje zabilježeno je u razdoblju od 1994. do 2016. gdje je odumrlo 37 stabala ili 1.68 stabala godišnje, dok je u prethodnom razdoblju (1971.– 1994.) odumrlo svega 0.26 stabala godišnje (slika 4).

Za period promatranja prosječni prsni promjeri nadstojnih stabala hrasta lužnjaka povećali su se, sa 46.49 cm na 65.79 cm, što u prosjeku godišnje iznosi 0,43 cm/godišnje (slika 6).

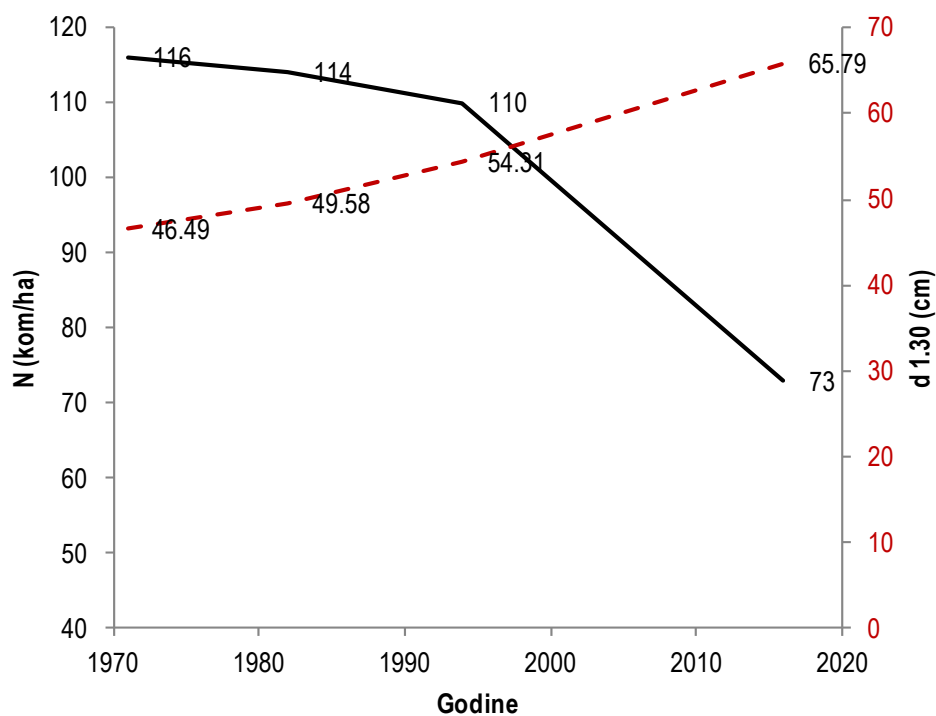
Tablica 3. Osnovni deskriptivni parametri distribucije prsnih promjera za poljski jasen na pokusnoj plohi tijekom vremenskog razdoblja

Godine	1971	1982	1994	2016
<i>N</i>	59	59	52	49
<i>Min</i>	23	23	24.75	28
<i>Max</i>	58	61	71.25	90.8
<i>Mean</i>	39.76	41.20	46.32	57.27
<i>Std. error</i>	1.22	1.31	1.59	2.29
<i>Stand. dev</i>	9.34	10.07	11.47	16.01
<i>Median</i>	40	41	46.13	57.8

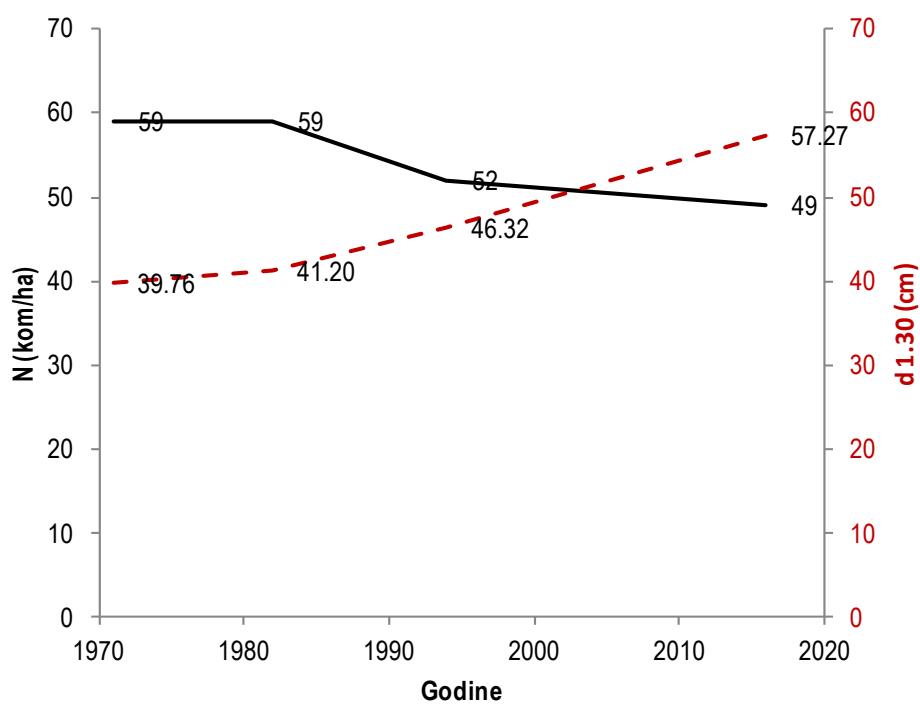
U promatranom razdoblju od 45. godina na trajnoj pokusnoj plohi odumrlo je 10 stabala poljskog jasena što u prosjeku godišnje iznosi 0,22 stabla godišnje.

U razdoblju od 1971. – 1974 . godine nije odumrlo nijedno stablo, već se odumiranje desilo od 1982. – 2016. godine.

Za period promatranja prosječni prsni promjeri nadstojnih stabala poljskog jasena povećali su se, sa 39.76 cm na 57.27 cm, što u prosjeku godišnje iznosi 0,39 cm (slika 7).



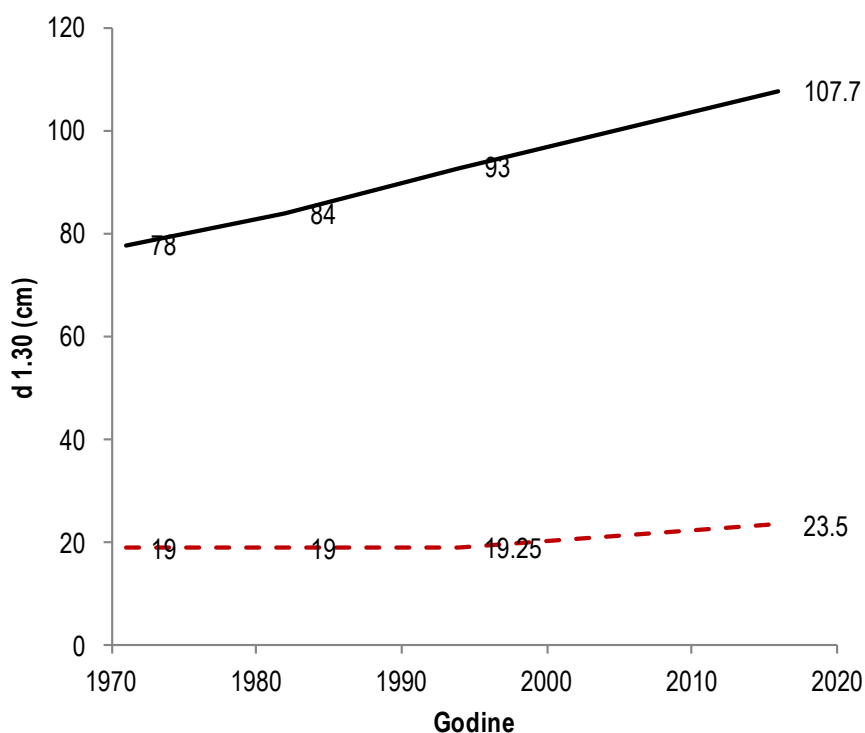
Slika 5. Dinamika kretanja broja stabala hrasta lužnjaka i prosječnog prsnog promjera na pokusnoj plohi



Slika 6. Dinamika kretanja broja stabala poljskog jasena i prosječnog prsnog promjera na pokusnoj plohi

Za period promatranja minimalno utvrđeni prirast prsnog promjera za hrast lužnjak iznosio je svega 4.5 cm za 45 godina što u prosjeku godišnje iznosi 0.1 cm odnosno 1 mm.

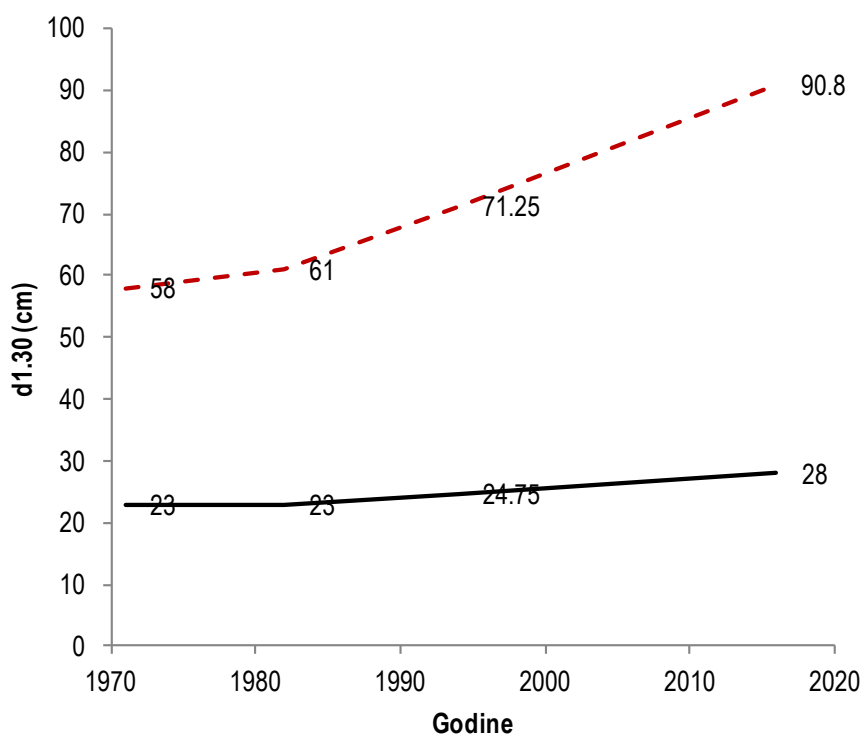
Maksimalno utvrđeni prosječni prirast za hrast lužnjak u istom razdoblju je iznosio 29.7 cm za 45 godina što u prosjeku iznosi 0,66 cm.



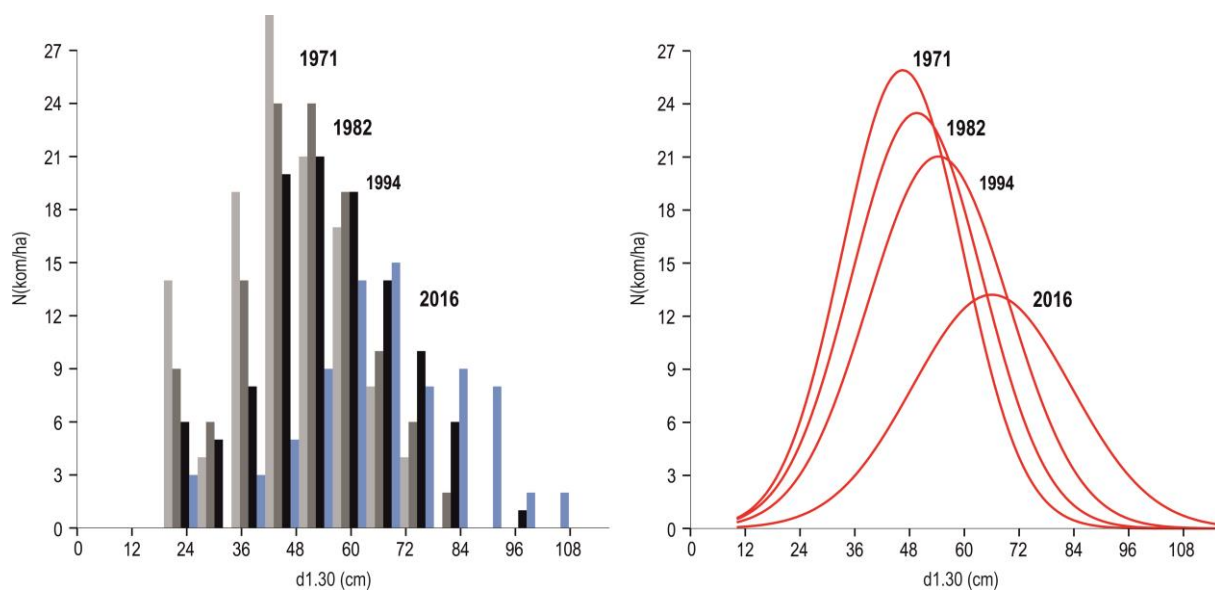
Slika 7. Dinamika razvoja minimalnog i maksimalnog promjera hrasta lužnjaka na pokusnoj plohi

Za period promatranja minimalno utvrđeni prirast prsnog promjera za poljski jasen iznosio je 5 cm za 45 godina što u prosjeku godišnje iznosi 0.11 cm.

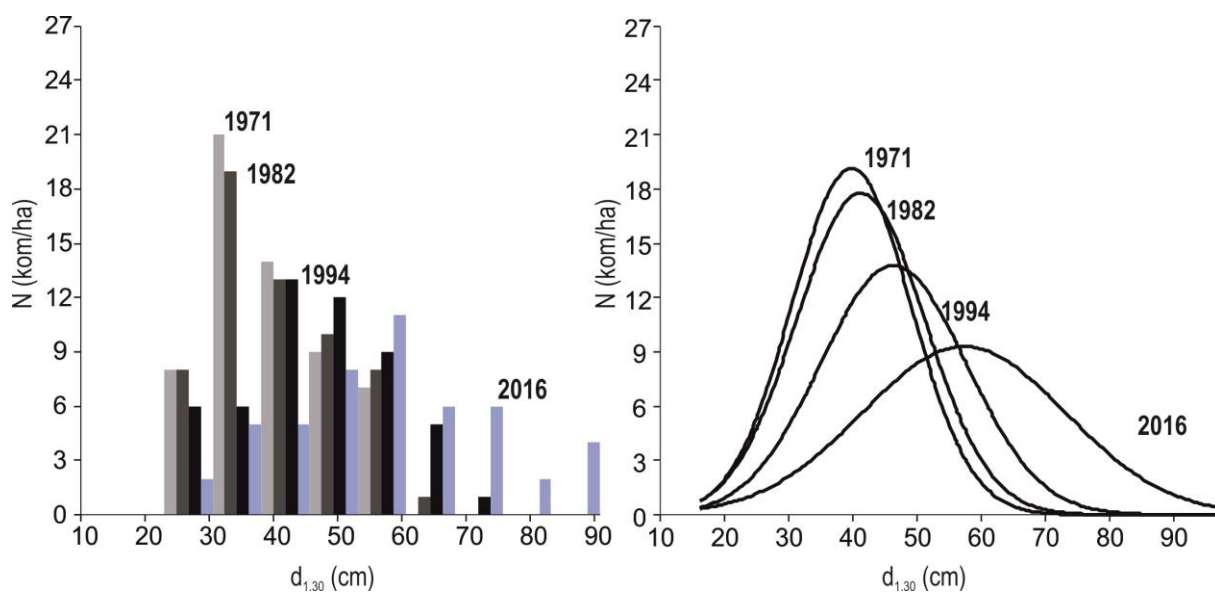
Maksimalno utvrđeni prosječni prirast za poljski jasen u istom razdoblju je iznosio 32,8 cm za 45 godina što u prosjeku iznosi 0,72 cm godišnje.



Slika 8. Dinamika razvoja minimalnog i maksimalnog promjera poljski jasen na pokusnoj plohi



Slika 9. Izmjerene (lijevo) i izjednačene (desno) distribucije prsnih promjera za hrast lužnjak na pokusnoj plohi prema godinama inventure



Slika 10. Izmjerene (lijevo) i izjednačene (desno) distribucije prsnih promjera za poljski jasen na pokusnoj plohi prema godinama inventure

Distribucije broja stabala prema prsnim promjerima za hrast i jasen prikazane su na slikama 9. i 10. Uočavamo da izmjerene distribucije slijede normalnu teoretsku

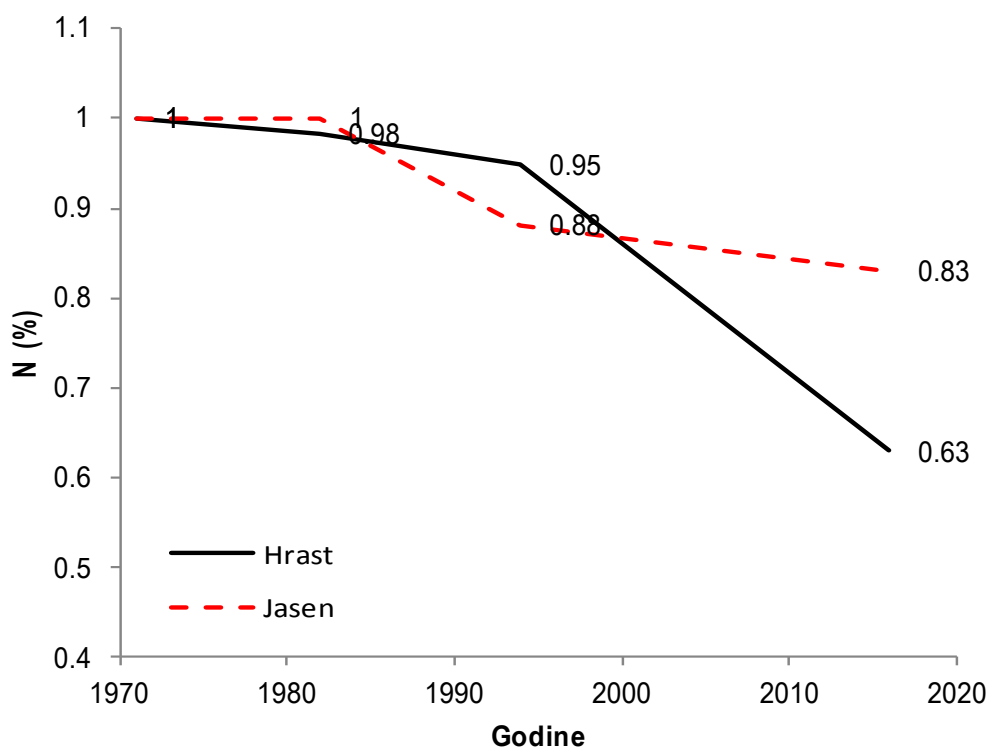
razdiobu (zvonolikog oblika), odnosno da je prilikom svake izmjere zabilježen najveći broj srednje debelih stabala, karakterističan za jednodobnu sastojinu.

Površina ispod krivulje koja pokazuje distribuciju broja stabala ostaje približno ista, ali ima drugačiji karakter, odnosno veću širinu što pokazuje postojanje sve većeg broja debljinskih stupnjeva postojećih stabala. To je rezultat prepuštanja ove sastojine prirodi.

Promatrana dinamika odgovara očekivanom prirodnom slijedu za negospodarske sastojine. Budući razvoj ovih šuma ide prema daljnjem odumiranju i izlučivanju stabala do konačne brojke od 25-30 komada po hektaru što možemo očekivati u prašumskim sastojinama ovoga tipa staništa.

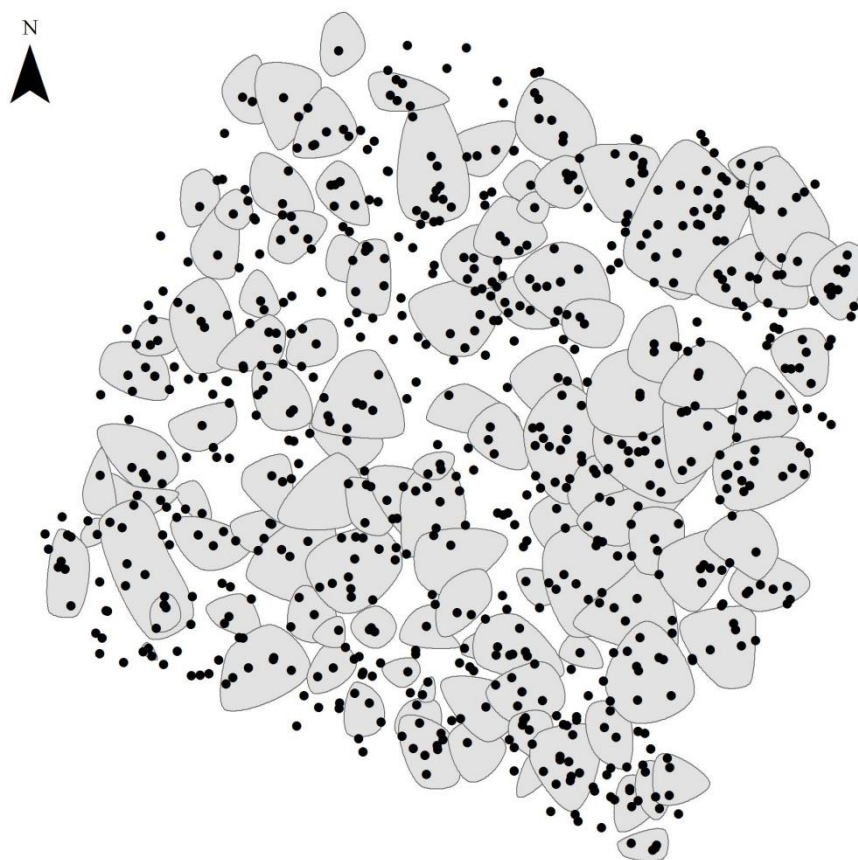
Usporedbom odumiranja stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena vidljivo je da za isto promatrano razdoblje hrast ima veće odumiranje od jasena. U relativnom iznosu od 1971 - 1994 odumiranje hrasta je relativno malo, svega 5% dok veće odumiranje je zabilježeno nakon 1994. kada je odumrla 32% stabala od početne vrijednosti.

Jasen je u ukupnom postotku manje odumirao iako je u razdoblju od 1982.-1994. godine bilo veće odumiranje od hrasta (slika 11.).



Slika 11. Dinamika kretanja broja stabala prema godinama izmjere za hrast lužnjak i poljski jasen na pokusnoj plohi

4.2. Prikaz sadašnjeg stanja trajne pokusne plohe



Slika 12. Tlocrt pokusne plohe sa projekcijom krošanja i prostornim položajem stabala (dimenzije 100 x 100 m)

Tlocrt pokusne plohe sa projekcijom krošanja i prostornim položajem stabala predstavlja projekciju krošanja na tlo nadstojnih stabala mjerene sa sustavom FieldMAP (sive površine). Crne točke predstavljaju debla stabala nadstojne etaže te podstojne etaže kojima nisu mjerene projekcije krošanja na tlo.

4.3. Razvoj temeljnice i volumena

Tablica 4. Prikaz temeljnice i volumena za 1971. godinu

Prsni promjer	Hrast			Jasen			U k u p n o		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V
12,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
17,5	5,0	0,12	1,11		0,00	0,00	5,0	0,12	1,11
22,5	5,0	0,20	2,22	2,0	0,08	0,71	7,0	0,28	2,93
27,5	7,0	0,42	5,26	6,0	0,36	3,56	13,0	0,77	8,82
32,5	5,0	0,41	5,74	13,0	1,08	11,67	18,0	1,49	17,41
37,5	14,0	1,55	22,86	11,0	1,21	13,93	25,0	2,76	36,78
42,5	15,0	2,13	33,12	11,0	1,56	18,66	26,0	3,69	51,78
47,5	21,0	3,72	60,37	6,0	1,06	13,13	27,0	4,78	73,50
52,5	15,0	3,25	54,50	7,0	1,51	19,19	22,0	4,76	73,69
57,5	13,0	3,37	58,30	3,0	0,78	10,07	16,0	4,15	68,37
62,5	8,0	2,45	43,43		0,00	0,00	8,0	2,45	43,43
67,5	4,0	1,43	25,87		0,00	0,00	4,0	1,43	25,87
72,5	3,0	1,24	22,80		0,00	0,00	3,0	1,24	22,80
77,5	1,0	0,47	8,83		0,00	0,00	1,0	0,47	8,83
82,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
87,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
92,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
97,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
UKUPNO	116,0	20,75	344,40	59,0	7,64	90,92	175,0	28,40	435,32

Tablica 5. Prikaz temeljnice i volumena za 1982. godinu

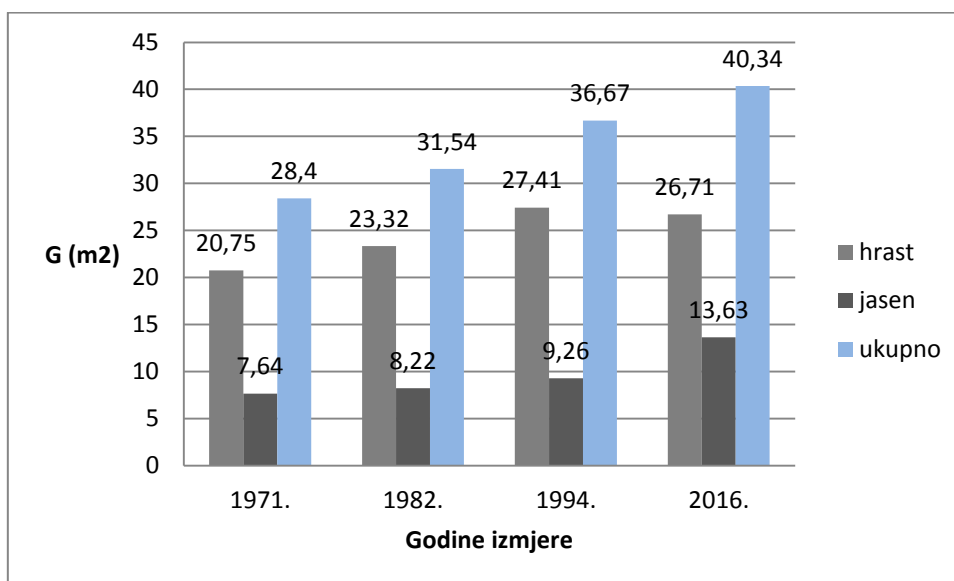
Prsni promjer	Hrast			Jasen			U k u p n o		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V
12,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
17,5	1,0	0,02	0,22		0,00	0,00	1,0	0,02	0,22
22,5	7,0	0,28	3,11	2,0	0,08	0,71	9,0	0,36	3,81
27,5	4,0	0,24	3,01	6,0	0,36	3,56	10,0	0,59	6,57
32,5	6,0	0,50	6,89	10,0	0,83	8,98	16,0	1,33	15,87
37,5	9,0	0,99	14,69	11,0	1,21	13,93	20,0	2,21	28,62
42,5	16,0	2,27	35,33	11,0	1,56	18,66	27,0	3,83	53,99
47,5	19,0	3,37	54,62	7,0	1,24	15,32	26,0	4,61	69,94
52,5	15,0	3,25	54,50	5,0	1,08	13,71	20,0	4,33	68,21
57,5	12,0	3,11	53,82	6,0	1,56	20,13	18,0	4,67	73,95
62,5	10,0	3,07	54,29	1,0	0,31	4,03	11,0	3,37	58,32
67,5	7,0	2,50	45,27		0,00	0,00	7,0	2,50	45,27
72,5	3,0	1,24	22,80		0,00	0,00	3,0	1,24	22,80
77,5	3,0	1,41	26,48		0,00	0,00	3,0	1,41	26,48
82,5	2,0	1,07	20,29		0,00	0,00	2,0	1,07	20,29
87,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
92,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
97,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
UKUPNO	114,0	23,32	395,31	59,0	8,22	99,03	173,0	31,54	494,33

Tablica 6. Prikaz temeljnice i volumena za 1994. godinu

Prsni promjer	Hrast			Jasen			U k u p n o		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V
12,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
17,5	1,0	0,02	0,22		0,00	0,00	1,0	0,02	0,22
22,5	4,0	0,16	1,78	1,0	0,04	0,35	5,0	0,20	2,13
27,5	3,0	0,18	2,26	4,0	0,24	2,37	7,0	0,42	4,63
32,5	4,0	0,33	4,59	6,0	0,50	5,39	10,0	0,83	9,98
37,5	4,0	0,44	6,53	5,0	0,55	6,33	9,0	0,99	12,86
42,5	15,0	2,13	33,12	8,0	1,13	13,57	23,0	3,26	46,69
47,5	12,0	2,13	34,50	8,0	1,42	17,51	20,0	3,54	52,01
52,5	16,0	3,46	58,13	8,0	1,73	21,94	24,0	5,19	80,07
57,5	15,0	3,89	67,27	5,0	1,30	16,78	20,0	5,19	84,05
62,5	7,0	2,15	38,00	4,0	1,23	16,12	11,0	3,37	54,12
67,5	11,0	3,93	71,14	2,0	0,72	9,53	13,0	4,65	80,66
72,5	7,0	2,89	53,19	1,0	0,41	5,55	8,0	3,30	58,75
77,5	5,0	2,36	44,13		0,00	0,00	5,0	2,36	44,13
82,5	5,0	2,67	50,73		0,00	0,00	5,0	2,67	50,73
87,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
92,5	1,0	0,67	13,07		0,00	0,00	1,0	0,67	13,07
97,5		0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
UKUPNO	110,0	27,41	478,66	52,0	9,26	115,44	162,0	36,67	594,10

Tablica 7. Prikaz temeljnice i volumena za 2016. godinu

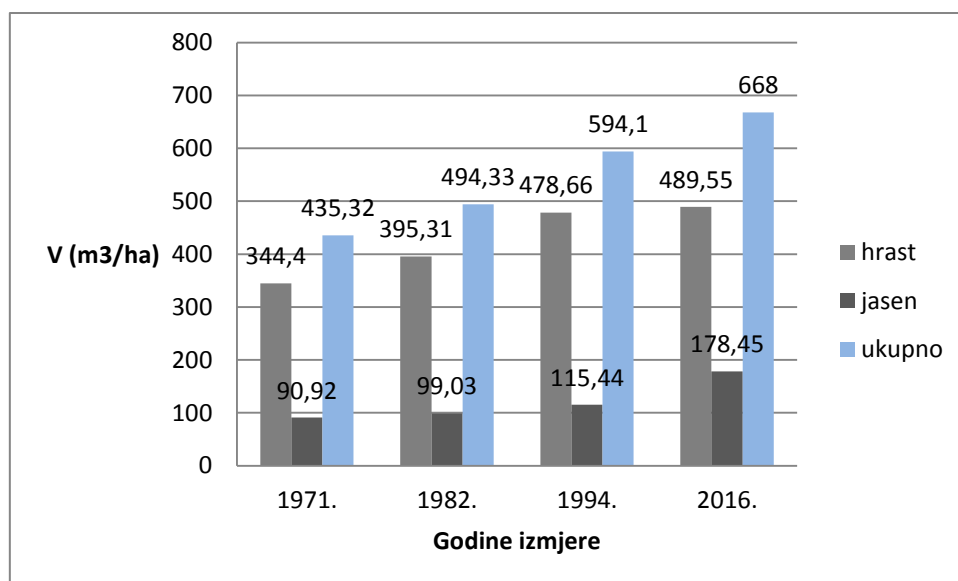
Prsni promjer	Hrast			Jasen			U k u p n o		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V
22,5	3,0	0,12	1,33		0,00	0,00	3,0	0,12	1,33
27,5		0,00	0,00	2,0	0,12	1,19	2,0	0,12	1,19
32,5		0,00	0,00	3,0	0,25	2,69	3,0	0,25	2,69
37,5	2,0	0,22	3,27	2,0	0,22	2,53	4,0	0,44	5,80
42,5	1,0	0,14	2,21	5,0	0,71	8,48	6,0	0,85	10,69
47,5	8,0	1,42	23,00	3,0	0,53	6,57	11,0	1,95	29,56
52,5	5,0	1,08	18,17	6,0	1,30	16,45	11,0	2,38	34,62
57,5	5,0	1,30	22,42	8,0	2,08	26,85	13,0	3,37	49,27
62,5	13,0	3,99	70,58	4,0	1,23	16,12	17,0	5,21	86,69
67,5	9,0	3,22	58,20	5,0	1,79	23,81	14,0	5,01	82,02
72,5	9,0	3,71	68,39	5,0	2,06	27,77	14,0	5,78	96,16
77,5	3,0	1,41	26,48	2,0	0,94	12,81	5,0	2,36	39,29
82,5	5,0	2,67	50,73	1,0	0,53	7,31	6,0	3,21	58,05
87,5	6,0	3,61	69,38	2,0	1,20	16,56	8,0	4,81	85,94
92,5	2,0	1,34	26,15	1,0	0,67	9,30	3,0	2,01	35,45
97,5	1,0	0,75	14,68		0,00	0,00	1,0	0,75	14,68
102,5	1,0	0,82	16,39		0,00	0,00	1,0	0,82	16,39
107,5	1,0	0,91	18,19		0,00	0,00	1,0	0,91	18,19
UKUPNO	74,0	26,71	489,55	49,0	13,63	178,45	123,0	40,34	668,00



Slika 13. Grafički prikaz temeljnice po godinama izmjere

Slika grafički prikazuje kretanje temeljnice po godinama izmjere za hrast lužnjak, poljski jasen i ukupno kretanje temeljnice za te dvije vrste na trajnoj pokusnoj plohi.

Temelnica se u promatranom razdoblju povećala sa 28,4 m² na 40,34 m², odnosno 11,94 m² ili 0,26 m² godišnje. Hrast lužnjak je imao rast temeljnice od 6,66 m² od 1971. do 1994. godine, što iznosi 0,29 m² godišnje, a zatim smanjenje od 0,7 m² u razdoblju od 1994. do 2016. godine. Poljski jasen je povećao temeljnicu za 5,99 m² u promatranom razdoblju ili 0,13 m² godišnje.



Slika 14. Grafički prikaz volumena po godinama izmjere

Slika grafički prikazuje kretanje volumena po godinama izmjere za hrast lužnjak, poljski jasen te njihov ukupni volumen.

Hrast lužnjak je u promatranom razdoblju imao povećanje volumena od 145 m³ ili 3,23 m³ godišnje. Povećanje volumena na slici je progresivno do 1994. godine (23 godine), a poslije toga volumen više nema toliki rast.

Jasen prikazuje jednolično povećanje volumena kroz sve godine, odnosno 87,53 m³ za promatrano razdoblje od 45 godina ili 1,95 m³ godišnje.

Ukupno gledajući povećanje volumena je iznosilo 324 m³ ili 7,2 m³ godišnje.

5.RASPRAVA

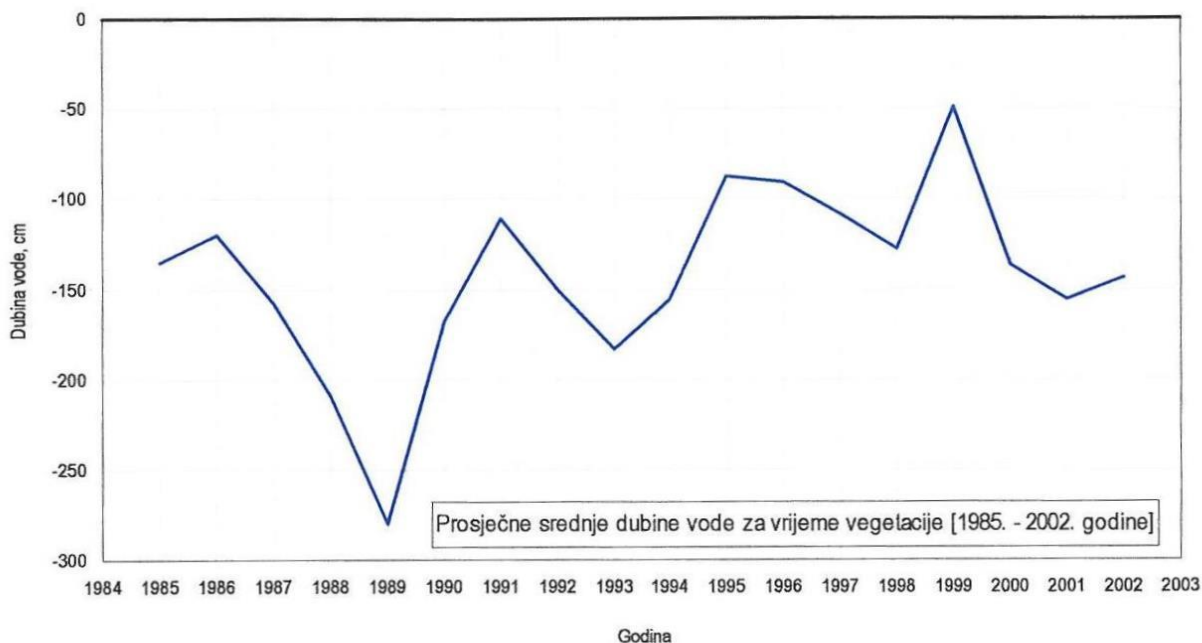
U promatranom razdoblju od 45. godina na trajnoj pokusnoj plohi odumrlo je 10 stabala poljskog jasena što u prosjeku godišnje iznosi 0,22 stabla godišnje. U razdoblju od 1971. – 1974 . godine nije odumrlo nijedno stablo, već se odumiranje desilo od 1982. – 2016. godine (slika 3.).

Najveće odumiranje hrasta lužnjaka zabilježeno je u razdoblju od 1994. do 2016. gdje je odumrlo 37 stabala ili 1.60 stabala godišnje, dok je u prethodnom razdoblju (1971.– 1994. godine) odumrlo svega 0.26 stabala godišnje (slika 4.)

Jedan od razloga je prirodni mortalitet uzrokovan zbog starosti stabala i normalna je prirodna pojava. Normalno je za očekivati da će pojedina stabla odumrijeti tijekom promatranog perioda od 45 godina. Odlučujući ekološki čimbenik je voda, bilo podzemna ili poplavna bilo jedna i druga.

Naglo povećanje odumiranja za drugo promatrano razdoblje može bit uzrokovano padom razine podzemne vode.

U posljednjih 100 godina u nizinskim šumskim ekosustavima napravljene su velike promjene u staništima koje se najviše odnose na promjene hidroloških uvjeta. Meliorativni su zahvati u šumama poremetili prirodni vodni režim i snizili razinu podzemne vode. To je utjecalo na smanjenje stabilnosti šuma hrasta lužnjaka i na vitalnost stabala. Stabla hrasta lužnjaka i poljskog jasena smanjene vitalnosti stalno su izložena djelovanju različitih nepovoljnih čimbenika koji dovode do postupnog propadanja stabala od kojih određeni broj odumire prije konca ophodnje (Tikvić i dr. 2010.). Na plohi je utvrđeno značajno smanjene razine podzemne vode i to naročito 1989. godine kada je razina podzemne vode pala na 280 mm (slika 15.) (Habeković 2003). Ako uzmemo u obzir da je prosječna razina podzemne vode utakvim ekosustavima oko 150 mm, to predstavlja razliku od gotovo 130 mm.



Slika 15. Prosječne srednje razine podzemnih voda za vrijeme vegetacije (1985.- 2002.) na trajnoj pokusnoj plohi

Šumski ekosustavi nizinske Hrvatske prilagođeni su određenim klimatskim uvjetima koji prevladavaju u tom području. Diljem svijeta se dokumentiraju klimatske promjene. U novije vrijeme suša se smatra jednim od najznačajnijih čimbenika koji dovodi do propadanja hrastovih sastojina.

Prema Petom nacionalnom izvješću Republike Hrvatske, u skladu sa Okvirnom konvencijom Ujedinjenih naroda o promjeni klime (DHMZ 2009), utvrđena je tendencija pozitivnoj vrijednosti temperature zraka na području cijele Hrvatske. Taj pozitivan trend postao je osobito izražen tijekom posljednjih 50, a naročito u posljednjih 25 godina. Ukupna godišnja količina oborina ukazuje na njihovo smanjenje tijekom 20. stoljeća na cijelom području Hrvatske.

Ugarković i dr. su istraživali klimatske promijene i njihov potencijalni utjecaj na ekološku nišu hrasta lužnjaka na području nizinskih šumskih ekosustava Republike Hrvatske te su došli do zaključaka se srednje godišnje kolebanje temperature zraka u razdoblju od 1991. do 2009. povećale su se u odnosu na referentni niz.

Promjena vodnih odnosa (pad razine podzemne vode ili povećanje vlažnosti staništa, tzv. "zamočvarenje"), utjecaj suše, onečišćenje vode zajedno s drugim nepovoljnim čimbenicima smanjuje vitalnost stabala te stvara predispoziciju za djelovanje drugih

nepovoljnih čimbenika, kao što su kukci i gljivične bolesti. Svi ti čimbenici djeluju sinergistički i mogu biti uzrokom propadanja i odumiranja sastojina hrasta lužnjaka.

Usporedbom odumiranja stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena vidljivo je da za isto promatrano razdoblje hrast ima veće odumiranja od jasena. Postavlja se pitanje da li je hrast lužnjak osjetljivija vrsta od poljskoga jasena.

Možemo navesti da je u razdoblju od 1995. Do 2007. godine u nizinskim šumama Hrvatske posječeno oko 17,5 milijuna m³ odumrlih stabala hrasta lužnjaka. To iznosi oko 38 % postojeće drvene zalihe hrasta lužnjaka u Hrvatskoj (Tikvić i dr. 2009.).

Distribucije broja stabala prema prsnim promjerima za hrast i jasen prikazane su na slikama 9. i 10. Na njima uočavamo da izmjerene distribucije slijede normalnu teoretsku razdiobu (zvonolikog oblika). Površina ispod krivulje koja pokazuje distribuciju broja stabala ostaje približno ista, ali ima drugačiji karakter, odnosno veću širinu što pokazuje postojanje sve većeg broja debljinskih stupnjeva postojećih stabala. To je rezultat prepuštanja ove sastojine prirodi.

Promatrana dinamika odgovara očekivanom prirodnom slijedu za negospodarske sastojine. Budući razvoj ovih šuma ide prema daljnjem odumiranju i izlučivanju stabala do konačne brojke od 25-30 komada po hektaru što možemo očekivati u prašumskim sastojinama ovoga tipa staništa.

Što se tiče temeljnice, ona iznosi 40,34 m² , ali je značajno da je u 2016. godini iznosila manje nego 1994. godine i to za 0,7 m² (slika 13.). Uzrok tome je odumiranje većeg broja stabala hrasta lužnjaka u tome periodu zbog navedenih razloga. Smanjenje temeljnice je i znak da se ova sastojina nalazi u zreloj fazi i početak propadanja sastojine. To razdoblje može trajati dugi niz godina i nije za očekivati da će sva stabla odumrijeti u kratkom periodu.

Ukupni volumen hrasta i jasena na trajnoj pokusnoj plohi iznosi 668 , ali je vidljivo da hrast više nema rast volumena kao nekad (slika 14.)

Za usporedbu rezervat šumske vegetacije Prašnik koji predstavlja zadnji ostatak starih hrastika (sekundarna prašuma) u prosjeku ima 29 stabala po ha starih hrastova (Dubravac 2009.), temeljnica iznosi 27 m²/ha, a volumen 508 m³/ha.

6. ZAKLJUČAK

- Trajna motrenja dinamike populacija stabala na trajnim pokusnim plohama osnova su znanstvenih istraživanja i planiranja gospodarenja šumskim ekosustavima uopće
- Rezultati motrenja ukazuju na prirodne trendove ali na neočekivane promjene uzrokovane stresom jednog ili kombinacijom nekoliko čimbenika
- Daljnji razvoj stabala na promatranoj plohi koja je izuzeta od gospodarenja ide u smjeru sekundarne prašume do konačne brojke oko 20 – 25 stabala po jedinici površine

LITERATURA

Anić, I., 2004: Zagrebačka škola uzgajanja šuma i gospodarenje nizinskim šumama. U: G. Gugić (ur.), Stanje šuma u Parku prirode Lonjsko polje - gospodarenje i očuvanje krajobrazne i biološke raznolikosti, Bilten Parka prirode Lonjsko polje 2: 25-37 str., Jasenovac.

Dekanić, I., 1975: Utjecaj visine i oscilacija nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list IC/7-10:267-280. Zagreb

Dubravac, T.: Hrast lužnjak u hrvatskoj i spačvanskom bazenu važnost, povijest sušenja i dosadašnje spoznaje. Hrvatski šumarski institut, Zavod za uzgajanje šuma, Našice, 2010.

Habeković, R., 2003: Utjecaj razine podzemnih voda na kvalitetu uroda žira hrasta lužnjaka (*Quercu srobur* L.) u Lipovljanima. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, listopad 2003. 2-15 str.

Lukić N., Božić M., Čavlović J., Teslak K., Novosel D.: Istraživanje primjenjivosti ultrazvučnog visinomjera/ daljinomjera Vertex III u odnosu na najčešće korištene visinomjere u šumarstvu Hrvatske. Šumarski list br. 9–10, 2005., 481-488

Matić, S., 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Posavini. U: J. Kovačević & Z. Racz (ur.), Savjetovanje o Posavini, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, pp. 343-346.

Paulić, V., 2015: Prosudba opasnih stabala upotrebom vizualnih metoda i arborikulturnih instrumenata. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, 292 str.

Prpić, B., 2003: Utjecaj tehničkih zahvata u prostoru na nizinske šume. Šumarski list 5-6, s. 230.

Prpić, B., Vranković, A., Đ. Rauš, S. Matić, 1979: Ekološke značajke nizinskih šumskih ekosistema u svijetlu regulacije rijeke Save. U: Drugi kongres ekologa Jugoslavije, knj. I: 877-897. Zagreb.

Rauš Đ. i Seletković Z., Šegulja N. i Topić J.: Komparativna istraživanja ekosistema u Hrvatskoj (Prva faza). Šumarski list 104:201, 1980.

Tikvić I., Zečić Ž., Ugarković D., Posarić D. 2009: Oštećenost stabala i kakvoća drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na spačvanskom području. Šumarski list br. 5–6, 2009., 237-248 str.

Tikvić I., Ugarković D., Gašpar J.: Prostorna analiza stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za potrebe adaptivnog gospodarenja šumskim ekosustavima u Hrvatskoj. Znanstveni rad, Zagreb 2010.

Vukelić J.: Šumska vegetacija Hrvatske, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 2012.

Zbornik radova sa znanstvenog skupa "Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske", Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb 2015. godina, stranice 237-253.

<http://klima.hr/klima.php?id=k1#pog4>